

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3225987号  
(P3225987)

(45) 発行日 平成13年11月5日 (2001. 11. 5)

(24) 登録日 平成13年8月31日 (2001. 8. 31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

請求項の数10(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-328576

(22) 出願日 平成5年12月24日 (1993. 12. 24)

(65) 公開番号 特開平7-178907

(43) 公開日 平成7年7月18日 (1995. 7. 18)

審査請求日 平成12年2月16日 (2000. 2. 16)

(73) 特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 張 俊華

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ  
コーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100082566

弁理士 西川 慶治 (外3名)

審査官 桐畑 幸▲廣▼

(56) 参考文献 特開 平2-184449 (J P, A)

特開 昭59-164151 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

B41J 2/045

B41J 2/055

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの駆動装置及び駆動方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出するノズル開口と、前記ノズル開口に連通する圧力発生室と、前記圧力発生室の容積を変化させて圧力を発生させる圧電振動子を複数備えたインクジェット式記録ヘッドの駆動装置において、前記圧力発生室の容積を拡大させる第1の電圧波形を発生する手段と、  
第1の電圧波形を選択的に前記圧電振動子に印加する手段と、  
前記圧力発生室の容積を収縮させてインク滴を吐出させる第2の電圧波形を前記圧電振動子に選択的に印加する手段と、  
第2の電圧波形の印加後、インク滴吐出後のメニスカスが前記圧力発生室側に実質的に最も引き込まれた時点で、前記圧力発生室の容積を拡大させてメニスカスを前

2

記圧力発生室側に引き込む第3の電圧波形を前記圧電振動子に印加する手段と、  
を有するインクジェット式記録ヘッドの駆動装置。

【請求項2】 前記第3の電圧の電圧波形が、前記記録ヘッドを構成する全ての圧電振動子に印加される請求項1に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動装置。

【請求項3】 第3の電圧波形が、前記圧力発生室の容積を初期状態まで拡大させる請求項1に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動装置。

【請求項4】 第1の電圧波形の継続時間  $T_r$  と前記メニスカスの固有振動周期  $T_c$  との関係が  $0.5 < T_c / T_r < 3$

である請求項1に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動装置。

【請求項5】 第2の電圧波形の継続時間  $T_f$  と前記メ

ニスカスの固有振動周期 $T_c$ との関係が

$$0.5 < T_c / T_f < 3$$

である請求項1に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動装置。

【請求項6】 インクを吐出するノズル開口と、前記ノズル開口に連通する圧力発生室と、前記圧力発生室の容積を変化させて圧力を発生させる圧電振動子を複数備えたインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室の容積を選択的に拡大させる第1の工程と、

前記圧力発生室の容積を収縮させてインク滴を吐出させる第2の工程と、

インク滴吐出後、インク滴吐出後のメニスカスが前記圧力発生室側に実質的に最も引き込まれた時点で、前記圧力発生室の容積を拡大させてメニスカスを圧力発生室側に引き込む第3の工程と、

からなるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項7】 第3の工程が、前記記録ヘッドを構成する全ての圧力発生室に対して実行される請求項6に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項8】 第3の工程により前記圧力発生室の容積が初期状態まで拡大される請求項6に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項9】 第1の工程の継続時間 $T_r$ と前記メニスカスの固有振動周期 $T_c$ との関係が

$$0.5 < T_c / T_r < 3$$

である請求項6に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項10】 第2の工程の継続時間 $T_f$ と前記メニスカスの固有振動周期 $T_c$ との関係が

$$0.5 < T_c / T_f < 3$$

である請求項6に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インク滴を飛翔させ、記録紙等の記録媒体上にインク像を形成するインクジェット式記録ヘッドの駆動技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 オンデマンド型インクジェット式記録ヘッドは、圧電振動子や発熱素子によりインク圧を発生させる複数の圧力発生室と、各圧力発生室にインクを供給する共通のリザーバと、各圧力発生室に連通するノズル開口を備えた記録ヘッドを備えており、印字信号に応じて圧力発生室のインク圧を高めて、ノズル開口からインク滴を飛翔させ、記録媒体にドットを形成している。

【0003】 このような、オンデマンド型インクジェット式記録ヘッドでは、インク滴の飛翔後に、ノズル開口近傍に形成されているメニスカスが圧力室側に大きく引き込まれ、このメニスカスが元の位置に戻る前に次のイ

ンク滴の吐出動作が行なわれると、飛翔インク滴のインク量及び飛翔速度が、変動して印字品質が劣化する。これを回避するため、連続してインク滴を吐出させる場合には、前回のインク滴の吐出によるメニスカスの運動が基に位置に復帰した後に行わう必要があり、高速印字を行う上での障害となりこれを改善するための提案がされている。例えば、特開平2-233258号公報に見られるように発熱素子により蒸気バブルを発生させてインク滴を飛翔させるインクジェット記録ヘッドにおいて、1回目の蒸気バブルによりインク滴が飛翔した後、メニスカスが圧力室側に最大に吸引される時点で、2回目の蒸気バブルの成長が最大となるように入力パルスを発熱素子に印加することにより、メニスカスのノズル側への復帰を早め、高速印字を行うことが提案されている。

【0004】 しかしながら、2回目の蒸気パルスを発生させるために、入力エネルギー、つまり熱エネルギーを余分に供給するため、の熱によりインクが変質してノズルを詰まらせてしまうという問題があり、また圧電振動子の変位により圧力室の容積を変化させてインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドでは上記公報に記載された方式を採用することができない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところはインク滴の吐出間隔を短縮するとともに、ノズルの目詰まりをも防止できる圧電振動子をアクチュエータとするインクジェット式記録ヘッドの駆動装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、インクを吐出するノズル開口と、ノズル開口に連通する圧力発生室と、圧力発生室の容積を変えて圧力を発生させる圧電振動子を複数備えたインクジェット式記録ヘッドの駆動方法を提案することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 このような課題を達成するために本発明のインクジェット式記録ヘッドの駆動装置は、インクを吐出するノズル開口と、前記ノズル開口に連通する圧力発生室と、前記圧力発生室の容積を変化させて圧力を発生させる圧電振動子を複数備えたインクジェット式記録ヘッドの駆動装置において、前記圧力発生室の容積を拡大させる第1の電圧波形を発生する手段と、第1の電圧波形を選択的に前記圧電振動子に印加する手段と、前記圧力発生室の容積を収縮させてインク滴を吐出させる第2の電圧波形を前記圧電振動子に選択的に印加する手段と、第2の電圧波形の印加後、インク滴吐出後のメニスカスが前記圧力発生室側に実質的に最も引き込まれた時点で、前記圧力発生室の容積を拡大させてメニスカスを前記圧力発生室側に引き込む第3の電圧波形を前記圧電振動子に印加する手段と、を備えている。

【0007】

【作用】ドットを記録する場合は、初期状態から最大位置まで圧力発生室を拡大してインクを吸引し、圧力発生室を初期状態以上に収縮させてインク滴を吐出させ、その後のメニスカスが圧力発生室側に引き込まれた時点で、圧力発生室を拡大してメニスカスの移動を静定させる。

【0008】

【実施例】以下本発明の詳細を実施例に基づいて図示して説明する。図1は、本発明に用いられるインクジェット式記録ヘッドの構成図である。図中符号1は、圧力発生室で、ノズル開口2が形成されたノズルプレート3と、後述する圧電振動子7の先端に当接する振動板4とをスペーサ5を挟んで構成されており、インク供給口6を通して図示しないインクタンクに接続するリザーバ14からインクの補給を受けるように構成されている。

【0009】7は、前述の圧電振動子で、この実施例では圧電材料8と電極形成材料9、10を交互にサンドイッチ状に挟んで積層構造となるように構成され、電極が存在しない不活性領域が固定基板11に固定されている。これら固定基板11とスペーサ5、及び振動板4は、基台12を介して一体に固定されてインクジェット式記録ヘッドとしてまとめ上げられている。

【0010】このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは圧電振動子7の電極9、10に電圧が印加されれば、圧電振動子7がノズルプレート3側に伸長し、振動板4が圧力発生室1を圧縮する。その結果、圧力発生室1に存在するインクの一部がノズル開口2から吐出される。

【0011】図2は上述したインクジェット式記録ヘッドを駆動する駆動回路の一実施例である。図中符号130は、後述する制御信号発生回路で、図示しない装置よりデータバス131を介して送られてくる印字データを取り込み、記録ヘッドが印字位置に達したことを示す印字タイミング信号が端子132に入力された段階で、取り込んだ印字データをシリアル転送して記録ヘッドの駆動回路に出力する。

【0012】この制御信号発生回路130からは、カスケードに接続されシフトレジスタを構成するフリップフロップ139、139、・・・のデータ端子に信号線134を介してシリアルデータ信号が、また信号線133を介してシフトクロック信号が出力される。更に、全ての圧電振動子48、48、・・・に対する印字データの信号が転送された段階で、信号線135を介してラッチ138、138、・・・にシリアル転送した印字データをラッチするための信号を出力する。この信号線135は、駆動電圧信号発生回路84にも出力されており、信号出力と同時に駆動電圧信号発生回路84からは、後述する所定の電圧波形を持った駆動電圧信号を出力する。

【0013】図3は前述した駆動電圧信号発生回路の一

実施例を示す図である。タイミング発生回路170は3つのワンショットマルチバイブレータ171、172、173より構成されており、制御信号発生回路130からの信号線135にタイミング信号が出力されると、まず第1のワンショットマルチバイブレータ171から一定パルス幅のLOWレベル信号が出力し、この出力信号で、第1の定電流回路180が動作し、初期状態で-V<sub>M</sub>ボルトに充電されているコンデンサ152を一定電流I<sub>r</sub>により充電する。一定電流値I<sub>r</sub>でコンデンサ152が略0ボルトまで充電されると、コンデンサ152に並列接続されたダイオード153によりコンデンサ152の端子電圧はクランプされて略0ボルト状態に維持される。

【0014】第1のワンショットマルチバイブレータ171の出力信号がHIGHレベルになると、これをトリガとして第2のワンショットマルチバイブレータ172から一定パルス幅のLOWレベル信号が出力し、今度は第2の定電流回路181を動作させ、コンデンサ152の端子電圧が略0ボルトから給電電圧である略-V<sub>L</sub>ボルトまで一定電流値I<sub>f</sub>で放電される。

【0015】さらに、第2のワンショットマルチバイブレータ172の出力信号がHIGHレベルになると、これをトリガとして第3のワンショットマルチバイブレータ173から一定パルス幅のLOWレベル信号が出力して、今度は第3の定電流回路182を動作させ、コンデンサ152が、略-V<sub>L</sub>ボルトから-V<sub>M</sub>ボルトまで一定電流値I<sub>r1</sub>で充電される。このコンデンサ152の電圧変化は、電流増幅用トランジスタ対159、160を介して圧電振動子48、48、・・・に印加される。

【0016】上述の駆動電圧信号発生回路84では、コンデンサ152の容量をC、第1の定電流回路180の抵抗200の値をR<sub>r</sub>、第2の定電流回路181の抵抗201の値をR<sub>f</sub>、第3の定電流回路182の抵抗300の値をR<sub>r1</sub>、トランジスタ154、158、354のベース・エミッタ間の電圧をV<sub>be154</sub>、V<sub>be158</sub>、V<sub>be354</sub>とすると、前述した充放電電流I<sub>r</sub>、I<sub>f</sub>、I<sub>r1</sub>は、それぞれ

$$I_r = V_{be154} / R_r \quad (1)$$

$$I_f = V_{be158} / R_f \quad (2)$$

$$I_{r1} = V_{be354} / R_{r1} \quad (3)$$

となり、

また充放電時定数T<sub>r</sub>、T<sub>f</sub>、T<sub>r1</sub>は、それぞれ

$$T_r = C \times V_M / I_r \quad (4)$$

$$T_f = C \times V_L / I_f \quad (5)$$

$$T_{r1} = C \times (V_L - V_M) / I_{r1} \quad (6)$$

となる。

【0017】図4は、駆動電圧信号発生回路84からの駆動電圧信号出力と、圧電振動子に印加される電圧との時系列的な関係を示すものである。次に上述した駆動電

10

20

30

40

50

圧信号発生回路84を用いて圧電振動子を駆動した場合のインク滴吐出の動作について説明する。初期状態では、駆動電圧信号発生回路84の出力は、 $-VM$ ボルトとなっており、この状態では、トランジスタ85、85、 $\dots$ に並列接続されたダイオードD、D、 $\dots$ を通して全ての圧電振動子48、48、 $\dots$ は共通接続端子が負電位( $-VM$ ボルト)に、他端を略0ボルトとした過放電状態、つまり $VM$ ボルトの電圧が印加された状態にあり、圧電振動子48、48、 $\dots$ は伸長しており、したがって圧力発生室1は収縮状態にある。

【0018】第1の定電流回路180の動作が開始され、駆動電圧信号発生回路84の出力が $-VM$ ボルトから略0ボルトに一定勾配で変化する第1の工程では、ラッチ138、138、 $\dots$ にラッチされている印字データにより導通状態のトランジスタ85、85、 $\dots$ に接続された圧電振動子48、48、 $\dots$ に対してのみ充電がなされ、結果として、過放電状態から電圧無印加状態に印加電圧が変わる。つまり、インク滴を飛翔させる必要のある圧電振動子48、48、 $\dots$ のみが収縮して圧力発生室1が拡大し、リザーバー14からインクを吸引する。この圧力発生室1の拡大に伴って、ノズル開口2の近傍に形成されているメニスカスは、圧力発生室1側に引き込まれ、所定時間後に元の位置に復帰する。

【0019】メニスカスが元の位置に復帰した時点で、第2の定電流回路181が動作を開始する。これにより、駆動電圧信号発生回路84の出力が略0ボルトから略 $-VL$ ボルトに一定勾配で変化する第2の工程に切り換わり、第1の工程の充電でほぼ印加電圧が零となり収縮状態にある圧電振動子48、48、 $\dots$ は、共通接続端子を負電位として過放電されて行き、最終的に $VL$ ボルトの電圧が印加された状態になり伸長する。この圧電振動子48、48、 $\dots$ の伸長により拡大状態であった圧力発生室1が収縮し、この収縮によってノズル開口2からインク滴が飛翔する。

【0020】インク滴の吐出後、メニスカスは、再度大きく圧力発生室1側に大きく引き込まれ、振動しながら元の位置に復帰して行くが、圧力発生室1側に最も引き込まれてメニスカスがノズル開口2側への移動に転じる時点で、第3の定電流回路182の動作を開始する。これより、駆動電圧信号発生回路84の出力が略 $-VL$ ボルトから $-VM$ ボルトに一定勾配で変化する第3の工程が開始されるから、第2の工程でインク滴を吐出させた圧電振動子48、48、 $\dots$ は、充電され初期状態の位置まで収縮して圧力発生室1を初期の状態まで拡大する。この拡大に伴ってメニスカスを圧力発生室1側に引き戻す力が生じ、インク滴吐出後のメニスカスのノズル開口2側へ移動させようとする力と、上記戻す力が相殺されてメニスカスは振動することなく速やかにノズ

ル開口近傍に静止する。

【0021】シミュレーション及び実験結果では、メニスカスの振動に代表されるヘッドの流路系の固有振動周期を $T_c$ とすると、インク滴吐出後のメニスカスの振動を効果的に抑えるには、

$$0.5 < T_c / T_r < 3 \quad (7)$$

$$0.5 < T_c / T_f < 3 \quad (8)$$

なる条件の下では、

$$2 < VM / (VL - VM) < 10 \quad (9)$$

$$1/8 < T_c / T_r < 1 \quad (10)$$

となるように設定すればよいことが確認された。また、本発明の記録ヘッドでは、縦振動型の圧電振動子を用いているため、圧力発生室の容積変化は、圧電振動子の印加電圧とほぼ比例することが確認された。

【0022】図5は、本発明によるメニスカスの振動の様子を示したもので、図5(a)はメニスカスの挙動を、図5(b)は圧電振動子に印加する駆動電圧信号を示している。これに対して本発明における第3の工程が作用しない場合は、図6に示したようにインク滴飛翔後、メニスカスの振動が継続するが、第3の工程を作用させる本発明ではメニスカスは速やかに静定されている。

【0023】本発明による駆動周波数とインク滴の飛翔速度との関係は図7に、また従来の駆動周波数とインク滴飛翔速度との関係は図8に示すようになり、これらの図から解るように本発明によれば高い駆動周波数の領域においてもインク滴の飛翔速度に変化がなく、印字品質を維持することができる。

【0024】一方、印字データが信号が無い場合、つまりラッチ138、138、 $\dots$ に印字データがラッチされていない場合には、トランジスタ85、85、 $\dots$ に並列接続されたダイオードD、D、 $\dots$ を通じて圧電振動子48、48、 $\dots$ は、駆動電圧信号発生回路84の出力が略0ボルトから略 $-VL$ ボルトに一定勾配で変化する第2の工程で、共通接続端子側を負電位として印字データに関係なく常に充電される。

【0025】また駆動電圧信号発生回路84の出力が略 $-VL$ ボルトから $-VM$ ボルトに一定勾配で変化する第3の工程では、ワンショットマルチバイブレータ173のLOWレベル出力信号をインバータ91でHIGHレベル信号に変換し、ORゲート180、180、 $\dots$ を介して全トランジスタ85、85、 $\dots$ の制御端子に供給するから第3の工程では、印字データに関わらず常にトランジスタ85、85、 $\dots$ は導通し、略 $VL$ ボルトに充電された圧電振動子48、48、 $\dots$ を初期状態の $VM$ ボルトまで放電する。

【0026】つまり、非印字時においては、圧電振動子48、48、 $\dots$ は印字タイミング毎にインク滴を吐出させない程度の伸長、収縮を繰返して、ノズル開口

2の近傍に形成されるメニスカスを揺動させる。これにより、ノズル開口2近傍のインクが攪拌され、インク滴を長時間に渡り吐出しないノズルのインクの増粘が抑制されてノズル開口2の乾燥に起因する目詰まりが防止される。

【0027】なお、上述の実施例において記録ヘッドを駆動する圧電振動子として電圧を印加すると伸長し、圧力発生室1を収縮させるものを例に採って説明したが、図9に示すように電圧印加により図中縦方向に収縮して、圧力発生室1を拡大するものを用いてもよい。

【0028】この場合の駆動電圧信号発生回路84としては、図3において、ダイオード153を外して、供給電源を片電源（VHボルト）とすること対応することができる。

【0029】図10は、本発明の駆動技術が適用できる他の形式の記録ヘッドの構造を示したもので、符号7a、7bで示す2組の圧電振動子がある。圧電振動子7aには、図11（a）で示す電圧波形を印加することで、インク滴ををノズル開口2より飛翔させる。また、圧電振動子7bには図11（b）の電圧波形が印加され、インク滴吐出後、電圧を幾分低下させ、また元に戻す。これにより、振動板4の両端に図中上下方向に伸縮力が生じ、振動板4がたわめられて圧力発生室1を拡大し、またもとに戻すよう作用するため、メニスカスの振動を速やかに静定できる。

【0030】また、印字データに関わらず、圧電振動子7bに図11（b）の電圧波形を印加すれば、メニスカスを揺動させてノズル開口の目詰まりを防止することが

できる。

【0031】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、インク滴吐出後のメニスカスが圧力発生室側に実質的に最も引き込まれた時点で圧力発生室を拡大させるため、インク滴吐出後のメニスカスの移動を圧力発生室の膨張で相殺できてインク滴の吐出周波数を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いる記録ヘッドの構造図。

10 【図2】本発明の駆動回路の一実施例を示す図。

【図3】図2における駆動電圧信号発生回路84の詳細図。

【図4】本発明の駆動方法を説明するタイミング図。

【図5】本発明の実施例におけるメニスカスの挙動を示す図。

【図6】従来のメニスカスの挙動を示す図。

【図7】本発明の実施例の周波数特性を示す図。

【図8】従来の周波数特性を示す図。

【図9】本発明に用いる別の記録ヘッドの構造図。

20 【図10】本発明に用いる更に別の記録ヘッドの構造図。

【図11】図10の記録ヘッドを駆動するための駆動電圧波形を示す図。

【符号の説明】

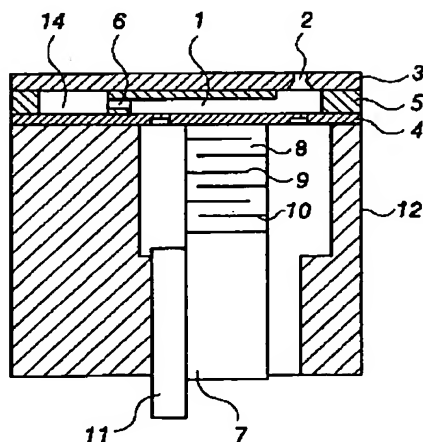
1 圧力発生室

2 ノズル開口

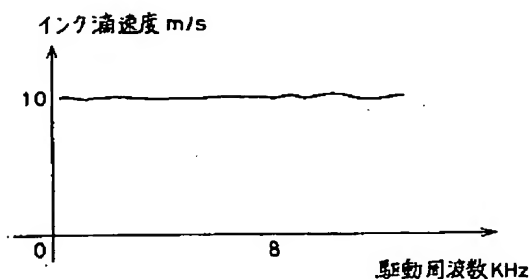
7 圧電振動子

84 駆動電圧信号発生回路

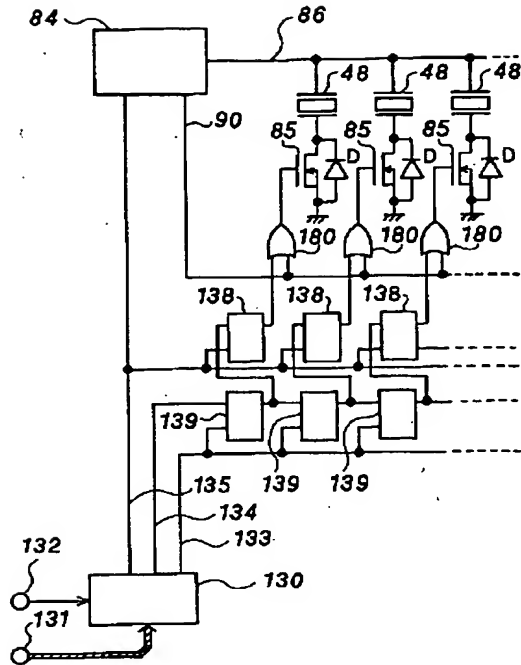
【図1】



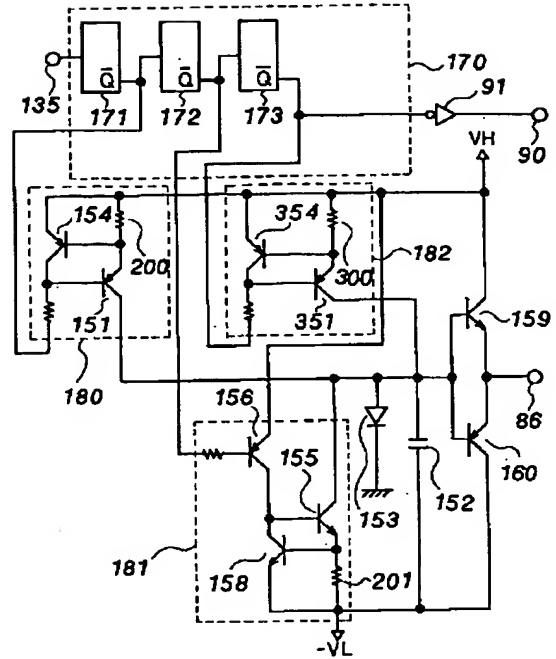
【図7】



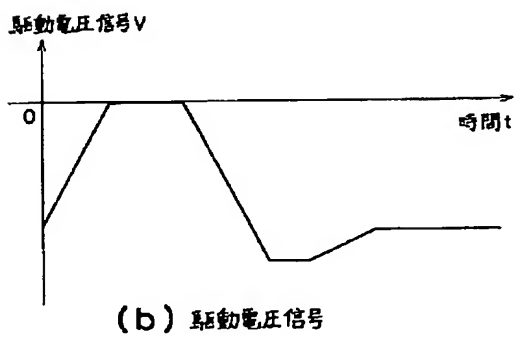
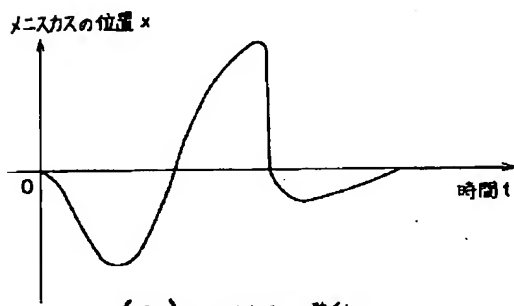
【図2】



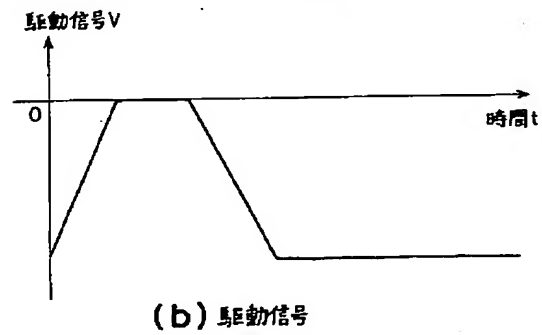
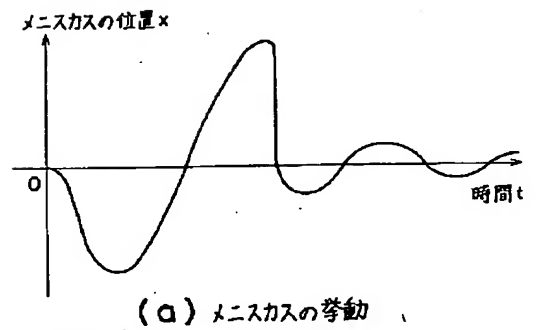
【図3】



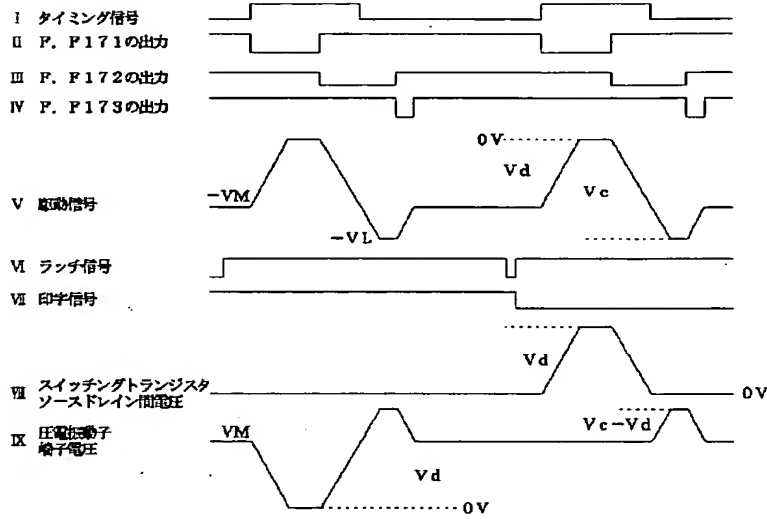
【図5】



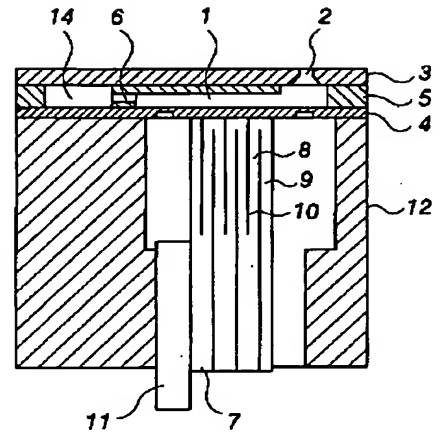
【図6】



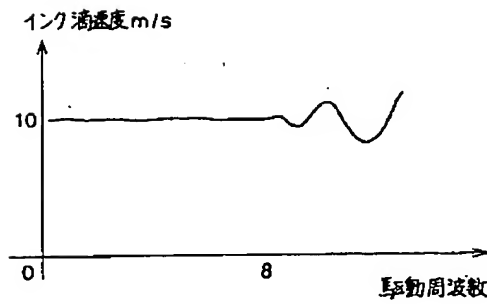
【図4】



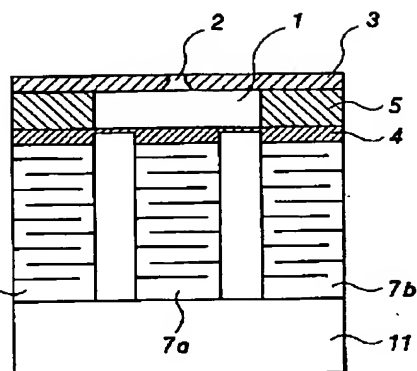
【図9】



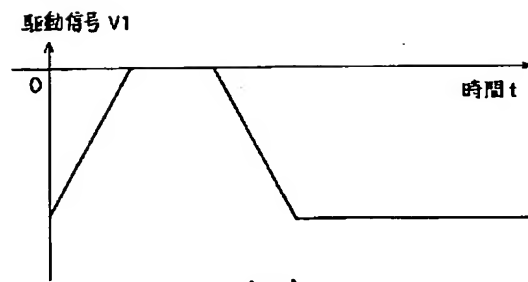
【図8】



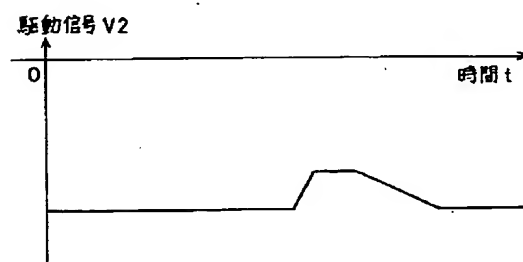
【図10】



【図11】



(a)



(b)



## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : ~~07-178907~~

(43)Date of publication of application : 18.07.1995

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/175

(21)Application number : 05-328576

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

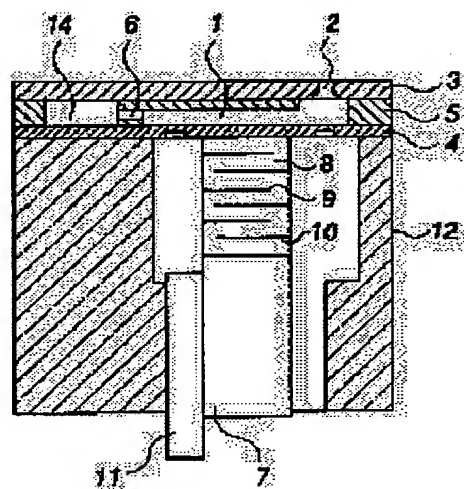
(72)Inventor : CHIYOU SHIYUNKA

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR DRIVING INK JET RECORDING HEAD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance the response speed of an ink jet recording head and to also prevent the clogging of a nozzle.

**CONSTITUTION:** In an ink jet recording head having a pressure generating chamber 1, the nozzle orifice 2 communicating with the pressure generating chamber 1 and emitting ink, a piezoelectric vibrator 7 generating pressure in the pressure generating chamber 1 and a voltage applying means applying voltage to the pressure vibrator 7, the pressure generating chamber 1 is expanded at predetermined speed in matching relation to a point of time when a meniscus generated after the flight of an ink droplet is most drawn in. This operation is performed regardless of the presence of recording data.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3225987

[Date of registration]

31.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] A drive circuit of an ink jet type recording head equipped with two or more piezoelectric transducers which change capacity of a nozzle orifice which is characterized by providing the following, and which carries out the regurgitation of the ink, a pressure generating room which is open for free passage to said nozzle orifice, and said pressure generating room, and are made to generate a pressure A means to generate the 1st voltage waveform to which said pressure generating room in an initial state of capacity a is made to expand to capacity b synchronizing with printing timing A means to impress said 1st voltage waveform to said piezoelectric transducer alternatively according to record data A means by which generates the 2nd voltage waveform which shrinks a pressure generating room in an initial state of said capacity b or said capacity a to capacity c exceeding said initial state, and it is impressed by said all piezoelectric transducers A means to impress the 3rd voltage waveform to which said pressure generating room is made to expand to an initial state of capacity a to said all piezoelectric transducers when an ink drop flies and a meniscus is most drawn by impression of said 2nd voltage waveform from said nozzle orifice corresponding to a piezoelectric transducer to which said 1st voltage waveform was impressed

[Claim 2] A driving gear of an ink jet type recording head according to claim 1 characterized by being set as relation which capacity of said pressure generating room becomes  $2 < (b-a)/(a-c) < 10$ .

[Claim 3] Impression time amount of said 3rd voltage waveform is the driving gear of claim 1 characterized by being set up among 8 or less times, and an ink jet type recording head given in two more than a proper oscillation period  $T_c$  of a meniscus.

[Claim 4] In a drive method of an ink jet type recording head equipped with two or more piezoelectric transducers which change capacity of a nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink, a pressure generating room which is open for free passage to said nozzle orifice, and said pressure generating room, and are made to generate a pressure Synchronizing with printing timing, said pressure generating room in an initial state of capacity a According to record data, expand to capacity b alternatively, and after that said pressure generating room in a condition of said capacity b or said capacity a When it is made to contract to capacity c, an ink drop flies exceeding capacity a from said nozzle orifice which is open for free passage in a pressure generating room chosen according to said record data and a meniscus is drawn most A drive method of an ink jet type recording head characterized by making said all pressure generating rooms expand to an initial state of capacity a.

[Claim 5] A drive method of an ink jet type recording head according to claim 4 characterized by being set as relation which capacity of said pressure generating room becomes  $2 < (b-a)/(a-c) < 10$ .

[Claim 6] Time amount to which said all pressure generating rooms are made to expand to an initial state of capacity a is the drive method of claim 4 characterized by being set up among 8 or less times, and an ink jet type recording head given in five more than a proper oscillation period  $T_c$  of a meniscus.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention makes an ink drop fly and relates to the drive of the ink jet type recording head which forms an ink image on record media, such as the recording paper.

[0002]

[Description of the Prior Art] The on-demand mold ink jet type recording head is equipped with the recording head equipped with two or more pressure generating rooms which generate ink \*\* by the piezoelectric transducer or the heater element, the common reservoir which supplies ink to each pressure generating room, and the nozzle orifice which is open for free passage in each pressure generating room, raises ink \*\* of a pressure generating room according to a printing signal, makes an ink drop fly from a nozzle orifice, and forms the dot in a record medium.

[0003] In such an on-demand mold ink jet type recording head, if the next discharging is performed before the meniscus formed near the nozzle orifice is greatly drawn in a pressure room side after ink drop flight and this meniscus returns to the location of a radical, the size and flight speed of a flight ink drop will change with the location of a meniscus, and a quality of printed character will deteriorate. Therefore, when the next ink drop flight actuation must be performed after a meniscus returns enough, and performing high-speed printing, it is a problem, and the proposal for improving this is made.

[0004] For example, in JP,2-233258,A, it is indicating bringing recovery of a meniscus forward and performing high-speed printing by impressing the input pulse from which growth of the 2nd steamy bubble serves as max at the time of day when suction of a meniscus serves as max after an ink drop's flying by the 1st steamy bubble to a heater element, in the ink jet recording head which generates a steamy bubble by the heater element and makes an ink drop fly.

[0005] However, naturally in the ink jet recording head which generates ink \*\* with a piezoelectric transducer, the method of JP,2-233258,A cannot be taken. Moreover, naturally for enabling it to generate the 2nd steamy pulse, many input energies must be put in, and a possibility of causing the problem of ink deteriorating and blocking a nozzle with the heat from a heater element arises.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was made in view of such a technical problem, and the place made into the purpose also has prevention of the blinding which is the fate of an ink jet recording head in providing coincidence with the drive of the ink jet type recording head using a possible piezoelectric transducer while aiming at a RF drive.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A driving gear of an ink jet type recording head of this invention In a drive circuit of an ink jet type recording head equipped with two or more piezoelectric transducers which change capacity of a nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink, a pressure generating room which is open for free passage to said nozzle orifice, and said pressure generating room, and are made to generate a pressure A means to generate the 1st voltage waveform to which said pressure generating room in an initial state of capacity a is made to expand to capacity b synchronizing with printing timing, A means to impress said 1st voltage

waveform to said piezoelectric transducer alternatively according to record data, By means by which generates the 2nd voltage waveform which shrinks a pressure generating room in an initial state of said capacity b or said capacity a to capacity c exceeding said initial state, and it is impressed by said all piezoelectric transducers, and impression of said 2nd voltage waveform When an ink drop flies and a meniscus is most drawn from said nozzle orifice corresponding to a piezoelectric transducer to which said 1st voltage waveform was impressed It is characterized by having a means to impress the 3rd voltage waveform to which said pressure generating room is made to expand to an initial state of capacity a to said all piezoelectric transducers. Moreover, a drive method of an ink jet type recording head of this invention In a drive method of an ink jet type recording head equipped with two or more piezoelectric transducers which change capacity of a nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink, a pressure generating room which is open for free passage to said nozzle orifice, and said pressure generating room, and are made to generate a pressure Synchronizing with printing timing, said pressure generating room in an initial state of capacity a According to record data, expand to capacity b alternatively, and after that said pressure generating room in a condition of said capacity b or said capacity a When it is made to contract to capacity c, an ink drop flies exceeding capacity a from said nozzle orifice which is open for free passage in a pressure generating room chosen according to said record data and a meniscus is drawn most, it is characterized by making said all pressure generating rooms expand to an initial state of capacity a.

[0008]

[Function] When recording a dot, a pressure generating room is expanded from an initial state to the maximum location, ink is attracted, a pressure generating room is shrunk beyond an initial state, and ink is made to fly. Then, when a meniscus is drawn most and changes migration to a nozzle orifice side, a pressure generating room is again expanded to an initial state. This offsets vibration of a meniscus and a meniscus is made to stabilize promptly.

[0009] Moreover, when not recording a dot, a pressure generating room is compressed from an initial-state location beyond an initial state, and it expands to an initial state again. Thereby, a meniscus rocks an ink drop to the degree which does not fly. This rocking stirs the ink in a nozzle and blinding does not arise.

[0010]

[Example] The details of this invention are illustrated and explained based on an example below.

[0011] Drawing 1 is a block diagram of an ink jet type recording head used for this invention. The sign 1 in drawing is a pressure generating room, the nozzle plate 3 in which the nozzle orifice 2 was formed, and the diaphragm 4 which contacts at the tip of the piezoelectric transducer 7 mentioned later are constituted on both sides of the spacer 5, and it is constituted so that supply of ink may be received from the reservoir 14 which connects the ink feed hopper 6 to the ink tank which does not carry out through gloss illustration.

[0012] 7 is the above-mentioned piezoelectric transducer, it consists of this example so that it may become sandwiches-like with a laminated structure on both sides of piezoelectric material 8 and the electrode formation materials 9 and 10 by turns, and the inactive field where an electrode does not exist is being fixed to the fixed substrate 11. It is fixed to one through a pedestal 12, and these fixed substrate 11, the spacer 5, and the diaphragm 4 are collected as an ink jet type recording head.

[0013] Thus, if voltage is impressed to the electrodes 9 and 10 of a piezoelectric transducer 7, a piezoelectric transducer 7 will develop to a nozzle plate 3 side, and, as for the constituted ink jet type recording head, a diaphragm 4 will compress the pressure generating room 1. Consequently, some ink which exists in the pressure generating room 1 is breathed out from a nozzle orifice 2.

[0014] Drawing 2 is one example of the drive circuit which drives the ink jet type recording head mentioned above.

[0015] The sign 130 in drawing incorporates the printing data sent through a data bus 131 from the equipment which is the control signal generating circuit mentioned later, and is not illustrated, it is the phase where the printing timing signal which shows that the recording head arrived at the printing location was inputted into the terminal 132, and carries out serial transmission of the incorporated print data, and outputs them to the drive circuit of a recording

head.

[0016] From this control signal generating circuit 130, a shift clock signal is outputted for a serial data signal to the flip-flops 139 and 139 and the data terminal of .... which are connected to a cascade and constitute a shift register through a signal line 133 again through a signal line 134. Furthermore, the signal for latching the print data which carried out serial transmission to latches 138 and 138 and .... through the signal line 135 in the phase where all the piezoelectric transducers 48 and 48 and the print-data signal over .... were transmitted is carried out.

[0017] This signal line 135 is outputted also to the driver voltage signal generating circuit 84, and outputs a driver voltage signal with the predetermined voltage waveform mentioned later to a signal output and coincidence from the driver voltage signal number generating circuit 84.

[0018] Drawing 3 is drawing showing one example of a driver voltage signal generating circuit mentioned above. The timing generating circuit 170 consists of three one-shot multivibrators 171, 172, and 173, and if a timing signal is outputted to a signal line 135 from the control signal generating circuit 130, the LOW level signal of fixed pulse width outputs from the 1st one-shot multivibrator 171 first, it will be this output signal, the 1st current regulator circuit 180 will operate, and it will charge the capacitor 152 charged by -VM bolt by the initial state according to fixed current  $I_r$ . If a capacitor 152 is charged to 0 volt of abbreviation with the fixed current value  $I_r$ , the terminal voltage of a capacitor 152 will be clamped by the diode 153 by which parallel connection was carried out to the capacitor 152, and the terminal voltage of a capacitor 152 will maintain the 0 volt condition of abbreviation.

[0019] If the output signal of the 1st one-shot multivibrator 171 changes to HIGH level, a capacitor 152 will be discharged with the fixed current value  $I_f$  until the LOW level signal of fixed pulse width outputs from the 2nd one-shot multivibrator 172 by making this into a trigger, it operates the 2nd current regulator circuit 181 shortly and the terminal voltage of a capacitor 152 reaches the abbreviation-VL bolt which is electric supply voltage from 0 volt of abbreviation.

[0020] Furthermore, if the output signal of the 2nd one-shot multivibrator 172 changes to HIGH level, a capacitor 152 will be charged with the fixed current value  $I_{r1}$  until the LOW level signal of fixed pulse width outputs from the 3rd one-shot multivibrator 173 by making this into a trigger, it operates the 3rd current regulator circuit 182 shortly and the terminal voltage of a capacitor 152 becomes -VM bolt from an abbreviation-VL bolt.

[0021] voltage change of this capacitor 152 — the transistor pair for current amplification — it is impressed by piezoelectric transducers 48 and 48 and .... through 159 and 160.

[0022] In the above-mentioned driver voltage signal generating circuit 84, the capacity of a capacitor 152 C, The value of the resistance 201 of  $R_r$  and the 2nd current regulator circuit 181 for the value of the resistance 200 of the 1st current regulator circuit 180  $R_f$ , When voltage between  $R_{r1}$  and the base emitter of transistors 154, 158, and 354 is set to  $V_{be154}$ ,  $V_{be158}$ , and  $V_{be354}$ , the charge and discharge currents  $I_r$ ,  $I_f$ , and  $I_{r1}$  which mentioned above the value of the resistance 300 of the 3rd current regulator circuit 182  $I_r = V_{be154}/R_r$  (1)

$I_f = V_{be158}/R_f$  (2)

$I_{r1} = V_{be354}/R_{r1}$  (3)

A next door and the charge-and-discharge time constants  $T_r$ ,  $T_f$ , and  $T_{r1}$  are  $T_r = C \times VM/I_r$ . (4)

$T_f = C \times VL/I_f$  (5)

$T_{r1} = C \times (VL - VM)/I_{r1}$  (6)

It becomes.

[0023] Drawing 4 shows serially the driver voltage signal output from the driver voltage signal generating circuit 84, and the voltage impressed to a piezoelectric transducer.

[0024] Next, ink drop discharging at the time of driving a piezoelectric transducer using the driver voltage signal generating circuit 84 mentioned above is explained.

[0025] In an initial state, the output of the driver voltage signal generating circuit 84 — The diode D by which serves as VM bolt and parallel connection was carried out to TORAJISUTA 85 and 85 and .... in this condition It lets D and .... pass. The total piezoelectric transducers 48 and 48 and .... a common end-connection child side Negative potential (-VM bolt), It is in the overdischarge condition which considered the other end as 0 volt of abbreviation, i.e., the

condition that the voltage of VM bolt is impressed, and piezoelectric transducers 48 and 48 and .... are elongated and the pressure generating room 1 is in a contraction condition.

[0026] Actuation of the 1st current regulator circuit 180 is started, at the 1st production process by which the output of the driver voltage signal generating circuit 84 changes from -VM bolt to 0 volt of abbreviation with fixed inclination, charge is made by latches 138 and 138, the piezoelectric transducers 48 and 48 connected to the transistors 85 and 85 of switch-on, and .... by the print data latched to ...., and ...., and applied voltage changes to voltage the condition of not impressing, from an overdischarge condition as a result. That is, only the piezoelectric transducers 48 and 48 with the necessity of making an ink drop flying, and .... contract, the pressure generating room 1 is expanded, and ink is attracted from a reservoir 14. With expansion of this pressure generating room 1, the meniscus formed near the nozzle orifice 2 is drawn in the pressure generating room 1 side, and returns and goes to the location of a radical soon.

[0027] If actuation of the 2nd current regulator circuit 181 is started and the output of the driver voltage signal generating circuit 84 switches to the 2nd production process which changes from 0 volt of abbreviation to an abbreviation-VL bolt with fixed inclination when this meniscus returns to the location of a radical Applied voltage serves as zero mostly by charge of said 1st production process, and the piezoelectric transducers 48 and 48 and .... in a contraction condition make a common end-connection child negative potential, and overdischarge is carried out, and it goes and will elongate [ finally the voltage of VL bolt will be impressed and ]. That is, the pressure generating room 1 which was in the expansion condition contracts, and an ink drop flies from a nozzle orifice 2 according to this shrinkage force. After flight of an ink drop, by drawing a meniscus greatly [ it is large again and ] to the pressure generating room 1 side, although it returns and goes to the location of a repeat radical, vibration When it is most drawn in the pressure generating room 1 side and a meniscus changes migration to a nozzle orifice 2 side If actuation of the 3rd current regulator circuit 182 is started and the output of the driver voltage signal generating circuit 84 switches to the 3rd production process which changes from an abbreviation-VL bolt to -VM bolt with fixed inclination The piezoelectric transducers 48 and 48 and .... which made the ink drop fly at said 2nd production process are charged, and it contracts to the location of an initial state. That is, the pressure generating room 1 is expanded to an initial state. The force which is going to pull back a meniscus to the pressure generating room 1 side with this expansion arises, and as a result of setting off against the force which moves to the nozzle orifice 2 side of a meniscus, a meniscus is not accompanied by vibration but stands it still near the nozzle orifice promptly.

[0028] If the proper oscillation period of the passage system of the arm head represented with our simulation and experimental result by vibration of a meniscus is set to  $T_c$ , in order to press down vibration of a meniscus effectively, it is condition  $0.5 < T_c / T_r < 3$ . (7)

$0.5 < T_c / T_f < 3$  (8)

It is  $2 < VM / (VL - VM) < 10$  also as \*\*. (9)

$1/8 < T_c / T_r < 1$  (10)

It was checked that it needs to be set up so that it may become.

[0029] Moreover, in the recording head of this invention, it was able to confirm that the volume change of a pressure generating room was in proportionality mostly with the applied voltage of a piezoelectric transducer since the piezoelectric transducer of a longitudinal-oscillation form is used.

[0030] Drawing 5 is what showed the situation of vibration of the meniscus by this invention, and (a) shows the driver voltage signal with which (b) impresses the action of a meniscus to a piezoelectric transducer. drawing 6 showed vibration of a meniscus in case there is no conventional method, i.e., the 3rd production process in this invention, — it is. As shown in drawing, according to direction this invention of the former, vibration of a meniscus will continue after ink drop flight, but in this invention, a meniscus stabilizes promptly.

[0031] Moreover, the drive frequency and ink-flight speed by this invention are shown in drawing 7, and the conventional drive frequency and ink drop flight speed are shown in it at drawing 8. As shown in drawing, even if it carries out a high-speed response according to this invention, a uniform ink drop flight speed is obtained and a quality of printed character does not deteriorate.

[0032] Finally, when a signal does not have printing data that is, actuation in case zero are latched to latches 138 and 138 and .... is explained. Through transistors 85 and 85, the diodes D, D, and D by which parallel connection was carried out to ...., and ...., the output of the driver voltage signal generating circuit 84 is the 2nd production process from which piezoelectric transducers 48 and 48 and .... change from 0 volt of abbreviation to an abbreviation-VL bolt with fixed inclination, and is always charged regardless of printing data by making a common end-connection child side into negative potential. moreover, at the 3rd production process which changes from an abbreviation-VL bolt to -VM bolt with fixed inclination, the output of the driver voltage signal generating circuit 84 The LOW level output signal of a one-shot multivibrator 173 is changed into a HIGH level signal with an inverter 91. Since all the transistors 85 and 85 and the control terminal of .... are supplied through the OR gates 180 and 180 and ...., at the 3rd production process It is not concerned with printing data, but transistors 85 and 85 and .... always flow, and even VM bolt of an initial state discharges the piezoelectric transducers 48 and 48 and .... which were charged by the abbreviation VL bolt.

[0033] That is, expanding of a degree piezoelectric transducers 48 and 48 and .... do not make [ expanding ] an ink drop always fly [ expanding ] at the time of un-printing, and contraction are performed, and the meniscus formed near the nozzle orifice 2 is made to rock. The blinding by desiccation can be prevented also with the nozzle which the stirring effect is caught and does not carry out the regurgitation of the ink drop over a long time by this.

[0034] Moreover, although what it will elongate [ what ] if voltage is impressed as a piezoelectric transducer of a recording head in an above-mentioned example, and shrinks the pressure generating room 1 was explained to the example, it may contract to the lengthwise direction in drawing by voltage impression shown in drawing 9 , and what expands the pressure generating room 1 may be used.

[0035] As a driver voltage signal generating circuit 84 in this case, diode 153 is excluded in drawing 3 and it becomes possible by using a supply power supply as a piece power supply (VH bolt).

[0036] Drawing 10 is what showed the structure of still more nearly another recording head applicable to a from book, and has 2 sets of piezoelectric transducers shown with Signs 7a and 7b. Ink \*\*\*\* is made to fly from a nozzle orifice 2 by impressing the voltage waveform shown by drawing 11 (a) to piezoelectric transducer 7a. Moreover, the voltage waveform of drawing 11 (b) is impressed to piezoelectric transducer 7b, and voltage is reduced a little after the ink drop regurgitation, and it returns to a radical. By this, the drawing Nakagami down flexible force arises to the both ends of a diaphragm 4, a diaphragm 4 is bent, and since it acts so that the pressure generating room 1 may be expanded and returned, vibration of a meniscus can be stabilized promptly.

[0037] Moreover, if it is not concerned with print data but the voltage waveform of drawing 11 (b) is impressed to piezoelectric transducer 7b, a meniscus is made to rock and blinding can also be prevented.

[0038]

[Effect of the Invention] Since the force which offsets vibration of a meniscus according to the 3rd production process to which a pressure generating room is expanded to the position in readiness which is an initial state is generated according to this invention when the meniscus after ink drop flight is drawn most as mentioned above, it can stabilize promptly, without vibrating a meniscus and improvement in a speed of response can be aimed at as a result.

[0039] Moreover, since it is not concerned with the existence of record data but the 3rd production process enters, a meniscus is in a rocking condition, the stirring effect is caught by this rocking, and the blinding by desiccation does not always produce a long duration ink drop with the nozzle which does not fly, either.

---

[Translation done.]